Tracts a. 185. (1)

Simanovski (Docent N. P.) Photographing the vocal cords. *Figures* [in Russian], 8vo. St. P., 1885

КЪ ИЗУЧЕНІЮ КОЛЕБАНІЙ ГОЛОСОВЫХЪ СВЯЗОКЪ.

Доцента Н. П. Симановскаго при содѣйствіи
д-ра Л. Е. Беллярминова.

С.-ПЕТЕРБУРГЪ.
Типо-литографія П. И. Шмидта. Гаженная, № 6.
1885.

ПРИМѢНЕНІЕ ФОТОГРАФІИ

КЪ ИЗУЧЕНІЮ КОЛЕБАНІЙ ГОЛОСОВЫХЪ СВЯЗОКЪ.

Доцента Н. П. Симановскаго при содѣйствіи
д-ра Л. Е. Беллярминова.

Изъ физіологической лабораторіи проф. И. Р. Тарханова.
(Предварительное сообщеніе).

С.-ПЕТЕРБУРГЪ.
Типо-литографія П. И. Шмидта. Галерная, № 6.
1885.

Дозволено цензурою. Спб. 13 Іюля 1885 года.

Профессору Д. И. Кошлакову удалось первому примѣнить графическій методъ изслѣдованія къ изученію колебаній голосовыхъ связокъ и значительно выяснить темную сторону ученія и музыкальныхъ отправленій гортани. Имъ устроена искусственная гортань, голосовыя связки которой сдѣланы изъ каучуковыхъ пластинокъ; натягивая или ослабляя эти послѣднія, можно, по желанію, получить той или другой высоты музыкальный тонъ. На краяхъ этихъ звучащихъ пластинокъ прикрѣплялось по волоску и въ моментъ пѣнія такой гортани, мимо волосковъ пробѣгалъ, вращаясь съ очень большой скоростью, цилиндръ съ накопченой бумагой, на которой и рисовалась кривая колебаній [1]). Но само собой понятно, что подобнаго рода графическій методъ изслѣдованія могъ быть примѣненъ только на искусственныхъ гортаняхъ, на гортаняхъ же людей и животныхъ его примѣнить нельзя.

Попытка примѣнить способъ мгновенной фотографіи къ записыванію сложнаго акта движеній животныхъ была уже испробована нѣсколькими авторами и трудамъ Marey'я мы теперь обязаны нашими знаніями о механикѣ движеній людей, животныхъ и даже полета птицъ и насѣкомыхъ.

Въ физіологической лабораторіи проф. И. Р. Тар-

---

[1]) Врачъ, №№ 14—18. 1883 г. и „Pflüger's Archiv", 1884 г.

ханова произведенъ рядъ физіологическихъ изслѣдованій при посредствѣ фотографическихъ снарядовъ.

Такъ, *д-ръ Цыбульскій*, съ помощью устроеннаго имъ аппарата—фотогэмотахометра—достигъ возможности получить кривую скорости движенія крови [2]). Ему принадлежитъ заслуга примѣненія въ своемъ аппаратѣ узкой щели, помѣщенной передъ объективомъ фотографическаго аппарата и вертящагося барабана съ наклеенной на немъ свѣточувствительной (свѣтъ, дѣйствуя въ теченіи $^1/_{200}$—$^1/_{250}$доли секунды, редуцируетъ на ней серебро) бромо-серебряной бумагой. Цилиндръ этотъ вращается по касательной къ плоскости, въ которой лежитъ фокусъ фотографическаго объектива. На вращающейся, такимъ образомъ, чувствительной бромо-серебряной бумагѣ точно записывается высота скорости крови.

Д-ръ Беллярминовъ (въ той же лабораторіи), перемѣстивъ щель въ фокусъ фотографическаго объектива и заставивъ бумагу вращаться при помощи системы цилиндровъ въ плоскости самой щели, достигъ того, что съ успѣхомъ примѣнилъ фотографію къ изученію графическимъ путемъ движеній зрачка при различныхъ условіяхъ [3]).

Проф. И. Р. *Тархановъ* любезно предложилъ проф. Д. И. *Кошлакову* и мнѣ испытать возможность примѣненія фотографическаго метода изслѣдованія къ изученію отправленій голосовыхъ связокъ и мы охотно воспользовались этимъ предложеніемъ. Но прежде, нежели приступить къ систематическому изученію колебаній связокъ, мы сочли необходимымъ сдѣлать нѣкоторыя попытки, которыя должны были выяснить дѣйствитель-

---

[2]) *Н. Цыбульскій*. Изслѣдованія надъ скоростью движенія крови посредствомъ фотогэмотахометра. Дисс. 1885. Петербургъ.

[3]) *Л. Беллярминовъ*. Примѣненіе графическаго метода къ изслѣдованію движеній зрачка „Русская Медицина“, №№ 11, 12 и 13, 1885 г. Подробности см. въ оригиналѣ.

ную возможность графическаго изображенія отдѣльныхъ колебаній связокъ при помощи фотографіи и такимъ путемъ, если попытка удастся, болѣе или менѣе установить методику подобнаго изслѣдованія. Предварительные опыты въ этомъ направленіи произведены мною при содѣйствіи д-ра Беллярминова, хорошо знакомаго съ примѣненіемъ фотографическихъ пріемовъ къ физіологическимъ цѣлямъ. Опыты наши были обставлены такимъ образомъ: объектомъ нашего первоначальнаго изслѣдованія служила искусственная гортань проф. Кошлакова [4]). Для удобства фотографированія, свободные внутренніе края голосовыхъ связокъ, установленныхъ въ отвѣсномъ направленіи къ щели фотографическаго аппарата, окрашивались краской въ бѣлый цвѣтъ. Такъ какъ предварительная попытка фотографировать въ такомъ видѣ отдѣльныя колебанія связокъ при помощи аппарата д-ра Беллярминова (фотокореографа), устроеннаго имъ для изслѣдованія движеній зрачка, увѣнчалась только относительнымъ успѣхомъ, то мы вынуждены были искать другой пріемъ изслѣдованія. Именно, при этихъ первыхъ попыткахъ мы хотя и получили отчетливое изображеніе голосовой щели и краевъ связокъ, представляющихся двумя параллельно идущими узкими черными линіями, которыя соотвѣтственно моменту пѣнія гортани теряли свои рѣзкіе контуры и дѣлались широкими, туманными, какъ бы покрытыми вуалью полосами, но получить контуровъ отдѣльныхъ колебаній намъ не удалось. Эту неудачу можно было объяснить тѣмъ, что скорость вращенія бумаги, благодаря несовершенству приводящаго въ движеніе механизма, была сравнительно невелика. О послѣднемъ можно было судить по тѣмъ отмѣткамъ секундъ, которыя во всѣхъ нашихъ опытахъ производились поставленнымъ въ плоскости связокъ (выше или ниже ихъ) бѣлымъ рычажкомъ электрическаго сигнала. Поэтому мы рѣшили вызвать искусственное, ложное изо-

---

[4]) Изображеніе ея и описаніе см. «Врачъ», №№ 14—18, 1883 г.

браженіе замедленныхъ колебаній голосовыхъ связокъ, что удается сдѣлать съ помощью стробоскопа, при условіи, если скорость вращенія послѣдняго будетъ достигать извѣстной степени, необходимой для каждаго даннаго тона, на который настроена гортань. Достигнувъ той скорости вращенія стробоскопа, при которой, при смотрѣніи черезъ отверстія въ немъ на поющую гортань, можно было видѣть появленіе отдѣльныхъ медленныхъ колебаній связокъ, мы устанавливали стробоскопъ между гортанью и объективомъ аппарата по возможности ближе къ послѣднему. При этомъ оказалось, что въ фокусѣ аппарата, на матовой пластинкѣ, замедленныхъ отдѣльныхъ колебаній не получается: видны лишь, какъ и прежде, безъ стробоскопа, туманныя полосы во время пѣнія гортани. Очевидно, при такой постановкѣ стробоскопъ съ своими отверстіями игралъ роль простой діафрагмы для объектива и не суммировалъ нормальныхъ колебаній въ ложныя—замедленныя.

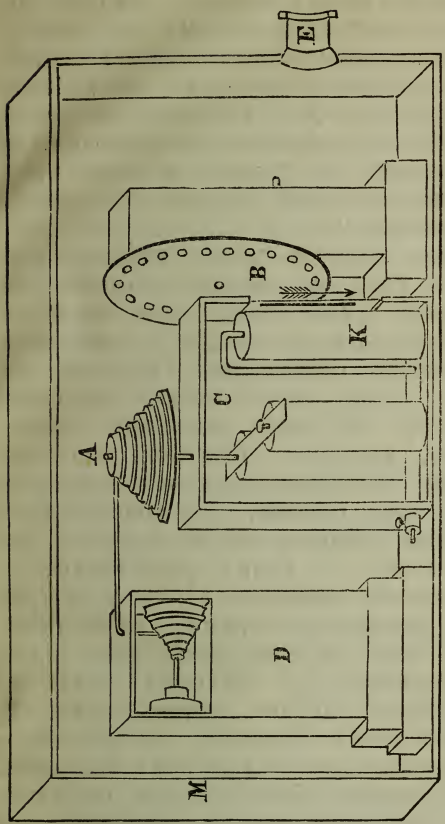
Лишь послѣ перемѣщенія стробоскопа въ фокусъ объектива, т. е. какъ разъ передъ щелью аппарата, намъ удалось получить отчетливыя отдѣльныя колебанія связокъ. Для того, что-бы посторонніе лучи свѣта при этомъ не попадали въ щель, мы помѣстили весь фотографическій аппаратъ вмѣстѣ съ стробоскопомъ въ большой, вычерненный внутри, ящикъ. Стробоскопъ, разумѣется, также былъ выкрашенъ черной краской [5]). Объективъ ввинчивался въ переднюю часть ящика. Гортань помѣщалась передъ объективомъ на опредѣленномъ разстояніи такимъ образомъ, что бы щель аппарата и голосовая щель были другъ къ другу перпендикулярны. Все сказанное выше понятно изъ прилагаемаго шематическаго рисунка.

Изъ прилагаемаго чертежа видно, что если поставить гортань горизонтально передъ объективомъ на такомъ разстояніи, чтобы обратное изображеніе ея упа-

---

[5]) Стробоскопъ состоялъ изъ различнаго діаметра картонныхъ круговъ, съ продѣланными въ нихъ круглыми отверстіями, быстро вращающихся по оси сильнаго, заводящагося ключемъ механизма.

о въ плоскость щели, то въ послѣдней будетъ рисоаться отрѣзокъ связокъ и голосовой щели въ $^1/_2$ mm.



Фигура I.

А. Ящикъ, въ которомъ помѣщены: стробоскопъ В. Камера С. съ цилиндрами и навернутой на нихъ бромо-серебряной бумагой и D. механизмъ, приводящій въ движеніе цилиндры. Въ передней стѣнки ящика А ввинченъ объективъ Е. Въ передней стѣнкѣ камеры С находится узкая (въ $^1/_2$ mm. ширины) щель, съ которой соприкасается цилиндръ К, съ перекинутой черезъ него бромосеребр. бумагой. Щель стоитъ отвѣсно [6]). Задняя стѣнка ящика (М) поднимается кверху.

[6]) Вертикальное положеніе щели возможно примѣнить только для изслѣдованія на искусственной гортани, ибо послѣдней можно придать любое (въ данномъ случаѣ горизонтальное) положеніе; при опытахъ же надъ живыми животными или надъ человѣкомъ въ этомъ случаѣ пришлось бы укладывать объектъ наблюденія на бокъ, что зат руднило бы значительно лярингоскопическое освѣщеніе. Поэтому для подобныхъ изслѣдованій удобнѣе сдѣлать щель въ

шириной. Измѣненіе положенія частей этого отрѣзка при пѣніи гортани будетъ восприниматься движущейся въ той же плоскости чувствительной бумагой. При подобной постановкѣ опытовъ нами были получены отчетливыя изображенія кривыхъ отдѣльныхъ колебаній голосовыхъ связокъ. Особенно важно то, что на нихъ видны въ одномъ рядѣ случаевъ синхроническія колебанія обѣихъ связокъ, въ другомъ же поперемѣнныя. Это какъ разъ подтверждаетъ то, что ранѣе получено проф. Кошлаковымъ на искусственной гортани съ помощью его графическаго метода [7]).

На искусственной гортани можно изучать какъ простыя колебанія, такъ и сложныя. Простыя колебанія даютъ просто одинъ тонъ, если числа колебаній у обѣихъ связокъ одинаковы, и двойной тонъ, если числа колебаній неодинаковы. Сложныя же колебанія даютъ всегда какое нибудь многотоніе (полифонію), будутъ ли числа колебаній обѣихъ связокъ одинаковы, или нѣтъ. При чемъ въ однихъ случаяхъ, если напр. обѣ голосовыя связки будутъ натянуты въ одинаковой степени, въ моментъ пѣнія онѣ будутъ двигаться одновременно то вверхъ и кнаружи, то внизъ и внутрь. [8]). Если прикрѣпленные къ краямъ связокъ волоски запишутъ въ это время движенія связокъ на накопченной бумагѣ, то получатся двѣ кривыя, при чемъ на послѣднихъ волны будутъ изображены симметрично, т. е. верхушки будутъ лежать противъ верхушекъ, долины противъ долинъ. Въ случаѣ же поперемѣнныхъ колебаній, которыя легко получаются при неодинаковой натянутости голосовыхъ связокъ, послѣднія могутъ колебаться при пѣніи одна мимо другой въ противуположныхъ направленіяхъ,

---

аппаратѣ горизонтальной, измѣнивъ соотвѣтственно этому положеніе вращающихся цилиндровъ. Неудобства слабаго освѣщенія при пасмурной погодѣ могутъ быть устранены достаточно сильнымъ электрическимъ свѣтомъ.

[7]) Пр. Кошлаковъ. Типы колебаній голосовыхъ связокъ. «Врачъ". 1884 г.

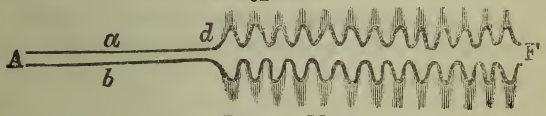
[8]) Подробности см. въ работѣ проф. Кошлакова (l. c.).

именно такимъ образомъ, что когда одна голосовая связка идетъ кверху, другая опускается внизъ и наоборотъ. Графическое изображеніе въ этомъ случаѣ будетъ иное, нежели въ предъидущемъ. Волны при этомъ будутъ лежать противуположно одна другой: тамъ, гдѣ на одной кривой будутъ находиться вершины волнъ, на другой будутъ расположены долины и наоборотъ.

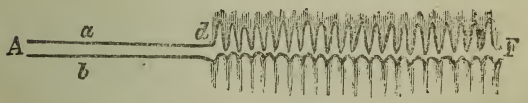
Полученныя нами съ помощью фотографическаго аппарата кривыя простыхъ колебаній голосовыхъ связокъ весьма схожи съ кривыми, полученными графическимъ способомъ и это заставляетъ убѣдиться въ полной пригодности примѣненія моментальной фотографіи къ вышеозначеннымъ цѣлямъ. На фиг. II и III, изображены кривыя полученныхъ нами синхроническихъ колебаній, а на фиг. IV.—поперемѣнныхъ.

Фигура II.

Фигура III.



Фигура IV.



a и b изображаютъ края голосовыхъ связокъ искусственной гортани, расположенныхъ въ горизонтальномъ направленіи. Края на бумагѣ выходятъ черными оттого, что въ дѣйствительности они выкрашены бѣлой краской. Отъ A до d моментъ спокойнаго состоянія связокъ. Отъ d до F—моментъ пѣнія. На фиг. II и III, разница между которыми только въ частотѣ волнъ, мы видимъ, что волны и долины расположены синхронично; на фиг. IV же—

не синхронично: волны нижней кривой соотвѣтствуютъ долинамъ верхней. Во всѣхъ трехъ кривыхъ увелич. $1^1/_2$ раза.

Полученными такимъ образомъ фактами мы считаемъ нужнымъ подѣлиться съ товарищами, а также считаемъ не лишнимъ замѣтить, что, разъ заручившись *фактической* возможностью фотографически записывать отдѣльныя колебанія голосовыхъ связокъ на искусственной гортани, мы будемъ продолжать изслѣдованія и на гортаняхъ живыхъ животныхъ и человѣка, въ успѣхѣ каковыхъ едва-ли возможно сомнѣваться. При чемъ при этихъ послѣднихъ изслѣдованіахъ, которыя будутъ продолжаться мною вмѣстѣ съ проф. Д. И. Кошлаковымъ, вовсе не потребуется прибѣгать къ стробоскопу, такъ какъ, обладая весьма быстро вращающимся записывающимъ аппаратомъ (барабанъ), который употреблялъ проф. Кошлаковъ при своихъ графическихъ изслѣдованіяхъ колебаній связокъ и съ помощью котораго ему удалось записать мельчайшія тонкости этихъ колебаній даже при многотоніяхъ, можно быть увѣреннымъ, что на достаточно чувствительной бромо-серебряной бумагѣ намъ удастся записать отдѣльныя колебанія связокъ прямо безъ стробоскопа.

Заканчивая это сообщеніе, считаемъ долгомъ выразить нашу благодарность многоуважаемому профессору И. Р. Тарханову за любезное разрѣшеніе работать въ его лабораторіи.

Отдѣльный оттискъ изъ „Русской Медицины“ № 25 1885 г.